



COPY OF PAPERS
ORIGINALLY FILED

3100
PATENT
Docket No. JCLA7341
page 1

IN THE UNITED STATE PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of : XU-CHENG LIN et al.

Application No. : 09/927,646

Filed : August 10, 2001

For :

INTERPOLATION FILTER STRUCTURE

Certificate of Mailing

I hereby certify that this correspondence and all marked attachments are being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to: Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231, on

April 12, 2002

(Date)

Jiawei Huang, Reg. No. 43,330

Examiner :

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS
WASHINGTON, D.C. 20231

Sir:

RECEIVED

APR 24 2002

Technology Center 2600

RECEIVED
APR 24 2002
Technology Center 2600

Transmitted herewith is a certified copy of Taiwan Application No. 90115215 filed on June 22, 2001.

A return prepaid postcard is also included herewith.

It is believed no fee is due. However, the Commissioner is authorized to charge any fees required, including any fees for additional extension of time, or credit overpayment to Deposit Account No. 50-0710 (Order No. JCLA7341). A duplicate copy of this sheet is enclosed.

Date: 4/12/2002

By:
Jiawei Huang
Registration No. 43,330

Please send future correspondence to:

J. C. Patents
4 Venture, Suite 250
Irvine, California 92618
(949) 660-0761

09/927.646



RECEIVED
APR 24 2002
Technology Center 2600

中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this
office of the application as originally filed which is identified here.

申請日：西元 2001 年 06 月 22 日
Application Date

申請案號：090115215
Application No.

RECEIVED

APR 24 2002

申請人：華邦電子股份有限公司
Applicant(s)

Technology Center 2400

局長
Director General

陳明邦

發文日期：西元 2001 年 7 月 日
Issue Date

發文字號：09011010237
Serial No.

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

申請日期	
案 號	
類 別	

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明名稱	中 文	內插法濾波器之架構
	英 文	
二、發明人	姓 名	1 林育正 2 郭志輝
	國 籍	中華民國
	住、居所	1 台北市泰順街 60 巷 8 號 7 樓 2 新竹市境福街 118-9 號
三、申請人	姓 名 (名稱)	華邦電子股份有限公司
	國 籍	中華民國
	住、居所 (事務所)	新竹科學工業園區研新三路四號
	代 表 人 姓 名	焦佑鈞

裝

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱： 內插法濾波器之架構)

一種內插法濾波器之架構，其架構包括：一第一增益多工器、一第二增益多工器、一加法器以及一多工器，內插法濾波器使用相鄰的輸入離散時間信號，來產生所需要之取樣率的內插信號。

英文發明摘要(發明之名稱：)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

五、發明說明 (|)

本發明是有關於一種內插法濾波器，且特別是有關於一種不需要微處理器來產生內插信號的內插法濾波器。

多重比率濾波器(Multirate Filter)是廣泛地應用在數位語音系統(Digital Audio System)，就如同雷射唱片(Compact Disk)與數位卡帶(Digital Audio Tape)放音機(Player)，這些濾波器將一組輸入取樣轉換為另一組數據(data)，其代表在不同的比率下取樣相同的類比信號。多重比率濾波處理的兩種基本型式是十進制法(decimation)與內插法(interpolation)，而後者經由計算存在的數據來增加一信號的取樣率(sample rate)，以及在一信號的取樣之間填入遺漏的資料。

從離散時間(discrete-time)表示法改成連續時間信號(continuous-time signal)之處理方式是稱為復原(reconstruction)，內插法可以想成是從另一組離散時間信號復原為一組連散時間信號，連續時間(類比)信號的復原與離散時間(數位)信號的復原都是成為類比的信號。如第1圖繪示連續時間信號復原的示意圖所示，連續的離散時間信號 $x(n)$ 是由一脈衝列(impulse train)所組成的，此脈衝列的振幅(amplitude)是對應於在時間 nT 之 $x(n)$ 的取樣，在實際的系統如數位/類比轉換器是可以執行這樣的操作，其結果是得到一連續信號 $y(t)$ ，要此連續信號 $y(t)$ 成為平滑(smooth)的曲線是由低通(low-pass)的復原濾波器(Reconstruction Filter)來產生復原的類比信號 $x_c(t)$ 。

第2圖繪示利用內插法所得到的離散時間信號示意

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (2)

圖。在第 2 圖中所示之內插法為離散時間信號 $x(n)$ 之 $L=4$ 的倍數，在離散時間信號 $x(n)$ 之間插入 $L-1$ 個零值(zero-value)取樣點，在插入這些零值取樣點後所得到的信號為 $w(m)$ ，根據信號 $w(m)$ 由低通濾波器來產生平滑的信號 $y(m)$ 。一個 $x(n)$ 的取樣相對於 L 個 $y(m)$ 的取樣，因此取樣率增加了 L 倍。

內插的低通濾波器是使用 FIR(Finite Impulse Response)濾波器(亦可使用 IIR(Infinite Impulse Response)濾波器)的架構，由此濾波器計算迴旋方程式(convolution equation)所得到的信號 $y(m)$ 如下：

$$y(m) = \sum_{k=0}^{N-1} h(k)w(m-k)$$

其中， $h(k)$ 是脈衝函數， $N-1$ 是在 $h(k)$ 中濾波器係數的數目，信號 $w(m-k)$ 是輸入信號 $x(n)$ 得比率展開式，信號 $w(m-k)$ 與信號 $x(n)$ 的關係如下：

$$w(m-k) = \begin{cases} x((m-k)/L) & \text{當 } m-k=0, \pm L, \pm 2L, \dots \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

第 3 圖繪示習知之內插法濾波器的方塊圖。在第 3 圖中，是使用微處理器 302(在第 3 圖所使用微處理器的編號是 ADSP-2100)及微處理器 302 本身的組合語言(Assembly Language)來實現 FIR 濾波器(或 IIR 濾波器)，當微處理器 302 的 IRQ 端接到計時器 304 所送出的信號時，則微處理器 302 執行濾波器的功能來濾波輸入的離散時間信號，此離散時間信號是由類比/數位轉換器 306 所送出的。並且，微處理器 302 利用軟體(如第 4 圖繪示習知之內插法濾波器的程式

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(3)

所示)，來產生所需要之取樣率的內插信號，然後將此內插信號送至鎖存電路 308。

微處理器在執行內插法濾波器的功能時，微處理器要儲存濾波器係數與輸入信號，並且微處理器根據取樣率來計算出內插信號，當取樣率愈高，微處理器計算內插信號的時間就愈久。對於資料的儲存與信號的計算，都會佔用微處理器的工作時間(即指令周期(instruction cycle))，使微處理器無法處理其他工作。

因此本發明係提供一種內插法濾波器的架構，其濾波器使用相鄰的輸入離散時間信號，來產生所需要之取樣率的內插信號，不需要微處理器做資料的儲存與信號的計算，節省了微處理器工作所花費的指令周期。

本發明係提供一種內插法濾波器之架構，其架構包括：一第一增益多工器，可接收控制信號、先前離散時間信號與目前離散時間信號，根據此控制信號以選擇先前離散時間信號或該目前離散時間信號，來和第一增益值做乘法運算，以得到第一增益信號；一第二增益多工器，可接收控制信號、先前離散時間信號與目前離散時間信號，根據此控制信號以選擇先前離散時間信號或目前離散時間信號，來和第二增益值做乘法運算，以得到第二增益信號；一加法器，將第一增益信號與第二增益信號做加法運算，以得到加法信號；以及，一多工器，可接收控制信號、先前離散時間信號與加法信號，根據此控制信號以選擇先前離散時間信號或加法信號，以做為離散時間內插信號。

五、發明說明(4)

為讓本發明之上述目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文特舉較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

圖式之簡單說明：

第 1 圖繪示連續時間信號復原的示意圖；

第 2 圖繪示利用內插法所得到的離散時間信號示意圖；

第 3 圖繪示習知之內插法濾波器的方塊圖；

第 4 圖所示習知之內插法濾波器的程式；

第 5 圖繪示本發明之內插法濾波器的方塊圖；以及

第 6 圖繪示本發明在內插之後的離散時間信號示意圖。

標號說明：

302：微處理器(Microprocessor)

304：計時器(Timer)

306：類比/數位轉換器(Analog/Digital Converter)

308：鎖存電路(Latch Circuit)

502，506，512：多工器(Multiplexer)

504，508：增益單元(Gain Unit)

510：加法器(Adder)

514，516：增益多工器(Gain Multiplexer)

實施例

本實施例所舉的內插法濾波器是在一個系統時脈的週期中完成 3 次內插法的運算，在做內插運算之前，取樣

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(5)

信號是具有取樣率 F_s 的離散時間信號 $X[n]$ ，在做內插運算之後，取樣信號是具有取樣率 F_s' 的離散時間內插信號 $Y[n]$ ，其中取樣率 $F_s'=3 \cdot F_s$ ，而離散時間信號 $X[n]$ 與離散時間內插信號 $Y[n]$ 的關係如下：

$$Y[3k]=X[k-1]$$

$$Y[3k+1]=0.75 \cdot X[k-1]+0.25 \cdot X[k]$$

$$Y[3k+2]=0.75 \cdot X[k]+0.25 \cdot X[k-1]$$

其中， k 是整數。

第 5 圖繪示本發明之內插法濾波器的方塊圖。第 5 圖的系統架構是爲了實現上述之離散時間信號 $X[n]$ 與離散時間內插信號 $Y[n]$ 的數學關係，而達到多重比率濾波器的目的。在第 5 圖中，控制信號 CNT 是計數器(非內插法濾波器內的構件，所以未繪示)所計數的數值，由計數器(未繪示)所計數之控制信號 CNT 的取樣週期爲 $1/F_s'$ ，而計數器(未繪示)是由 1 計數 2 到 3 之後，又重新由 1 計數 2 到 3，一直重複循環的。

在第 5 圖中，增益多工器 514 是由多工器 502 與增益單元 504 所組成的，另一個增益多工器 516 是由多工器 506 與增益單元 508 所組成的。多工器 502 的輸入端分別接收離散時間信號 $X[k-1]$ 與 $X[k]$ ，當多工器 502 所接收的控制信號 CNT 爲 1 時，則多工器 502 輸出離散時間信號 $X[k-1]$ 來做爲信號 M1；當多工器 502 所接收的控制信號 CNT 爲 2 時，則多工器 502 輸出離散時間信號 $X[k]$ 來做爲信號 M1。增益單元 504 將多工器 502 所輸出的信號 M1 乘上一個增

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (6)

益值後，再送出增益信號 S1 至加法器 510，其中此增益值為 0.75。

多工器 506 的輸入端亦分別接收離散時間信號 $X[k-1]$ 與 $X[k]$ ，當多工器 506 所接收的控制信號 CNT 為 1 時，則多工器 506 輸出離散時間信號 $X[k]$ 來做為信號 M2；當多工器 506 所接收的控制信號 CNT 為 2 時，則多工器 506 輸出離散時間信號 $X[k-1]$ 來做為信號 M2。增益單元 508 將多工器 506 所輸出的信號 M2 乘上一個增益值後，再送出增益信號 S2 至加法器 510，其中此增益值為 0.25。

此時，加法器 510 將增益單元 504 所送出的增益信號 S1 與增益單元 508 所送出的增益信號 S2 做加法運算，經加法運算所得到的信號 ADD 送至多工器 512。多工器 512 的輸入端接收加法器 510 所送出的信號 ADD，而另一輸入端是接收離散時間信號 $X[k-1]$ ，當多工器 512 所接收的控制信號 CNT 為 1 或 2 時，則多工器 512 輸出信號 ADD，所輸出的信號 ADD 即為離散時間信號內插 $Y[n]$ ；當多工器 512 所接收的控制信號 CNT 為 3 時，則多工器 512 輸出離散時間信號 $X[k-1]$ ，所輸出的離散時間信號 $X[k-1]$ 即為離散時間內插信號 $Y[n]$ 。

因此，可以將上述之離散時間信號 $X[n]$ 與離散時間內插信號 $Y[n]$ 的關係重新整理如下：

$$Y[n]=Y[3k]=X[k-1] \quad , \quad \text{當 CNT}=3$$

$$Y[n]=Y[3k+1]=0.75*X[k-1]+0.25*X[k] \quad , \quad \text{當 CNT}=1$$

$$Y[n]=Y[3k+2]=0.75*X[k]+0.25*X[k-1] \quad , \quad \text{當 CNT}=2$$

五、發明說明 (7)

所以，由第 5 圖的硬體架構可以得到三個新的內插結果： $Y[3k]$ 、 $Y[3k+1]$ 及 $Y[3k+2]$ ，如第 6 圖繪示本發明在內插之後的離散時間信號示意圖所示。

因此，本發明的優點係利用硬體架構簡單的內插法濾波器，其濾波器使用相鄰的輸入離散時間信號，來產生所需要之取樣率的內插信號，不需要微處理器做資料的儲存與信號的計算，節省了微處理器工作所花費的指令周期。

綜上所述，雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作各種之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

1.一種內插法濾波器之架構，該內插法濾波器包括：

一第一增益多工器，可接收一控制信號、一先前離散時間信號與一目前離散時間信號，根據該控制信號以選擇該先前離散時間信號與該目前離散時間信號之二者擇其一，來和一第一增益值做乘法運算，以得到一第一增益信號；

一第二增益多工器，可接收該控制信號、該先前離散時間信號與該目前離散時間信號，根據該控制信號以選擇該先前離散時間信號與該目前離散時間信號之二者擇其一，來和一第二增益值做乘法運算，以得到一第二增益信號；

一加法器，將該第一增益信號與該第二增益信號做加法運算，以得到一加法信號；以及

一多工器，可接收該控制信號、該先前離散時間信號與該加法信號，根據該控制信號以選擇該先前離散時間信號與該加法信號之二者擇其一，以做為一離散時間內插信號。

2.如申請專利範圍第 1 項所述之內插法濾波器之架構，其中該第一增益多工器更包括：

一第一多工器，可接收該控制信號、該先前離散時間信號與該目前離散時間信號，根據該控制信號以選擇該先前離散時間信號與該目前離散時間信號之二者擇其一，以做為一第一多工信號；以及

一第一增益單元，將該第一多工信號乘上該第一增

六、申請專利範圍

益值，以得到該第一增益信號。

3.如申請專利範圍第 2 項所述之內插法濾波器之架構，其中該第一增益單元所提供之該第一增益值係為 0.75。

4.如申請專利範圍第 1 項所述之內插法濾波器之架構，其中該第二增益多工器更包括：

一第二多工器，可接收該控制信號、該先前離散時間信號與該目前離散時間信號，根據該控制信號以選擇該先前離散時間信號與該目前離散時間信號之二者擇其一，以做為一第二多工信號；以及

一第二增益單元，將該第二多工信號乘上該第二增益值，以得到該第二增益信號。

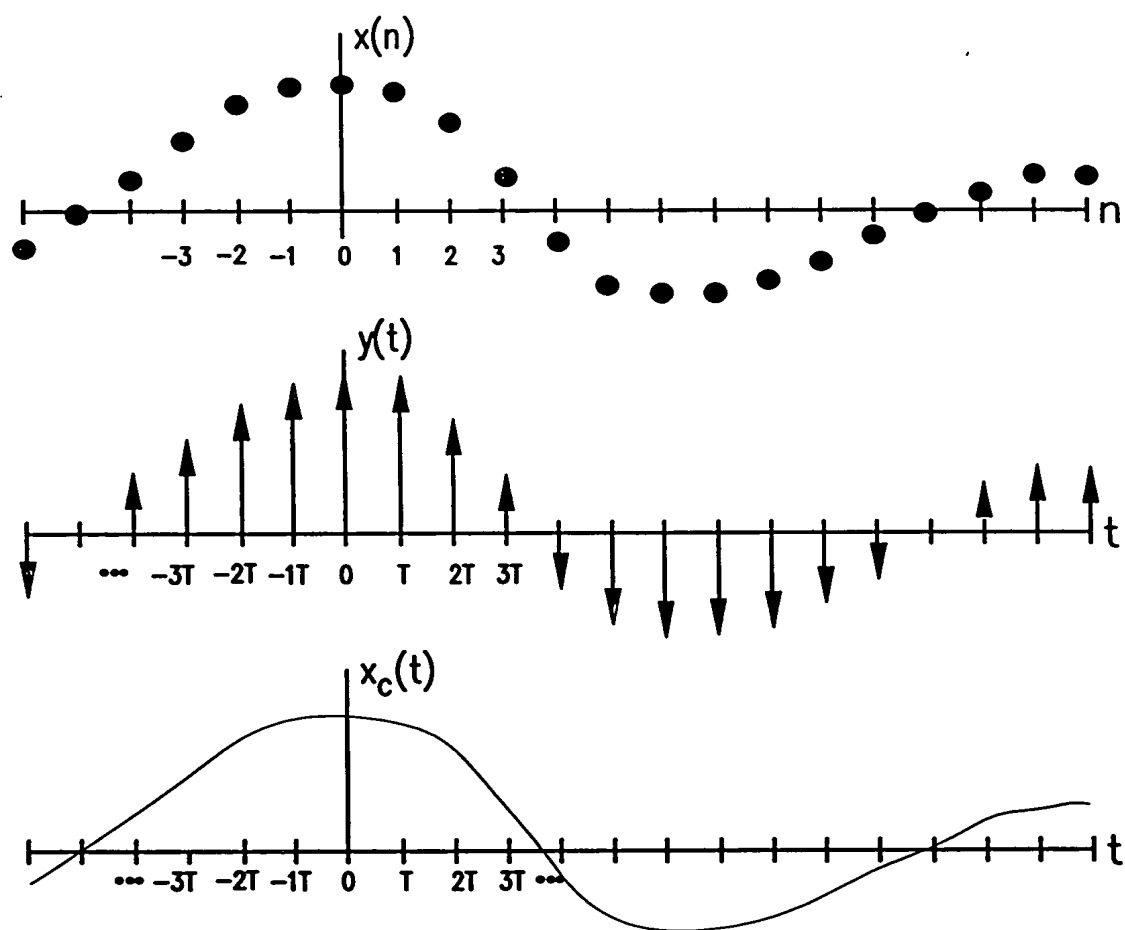
5.如申請專利範圍第 4 項所述之內插法濾波器之架構，其中該第二增益單元所提供之該第二增益值係為 0.25。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

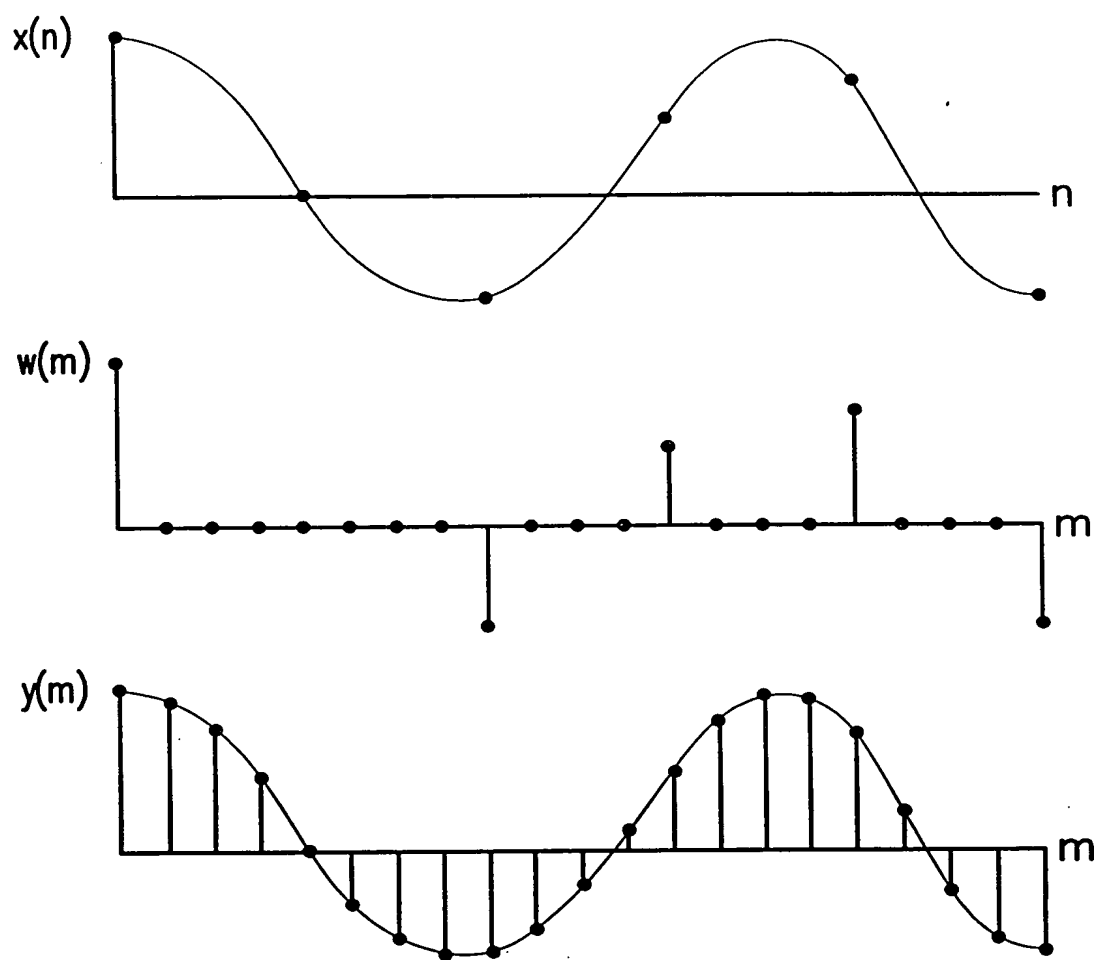
裝

訂

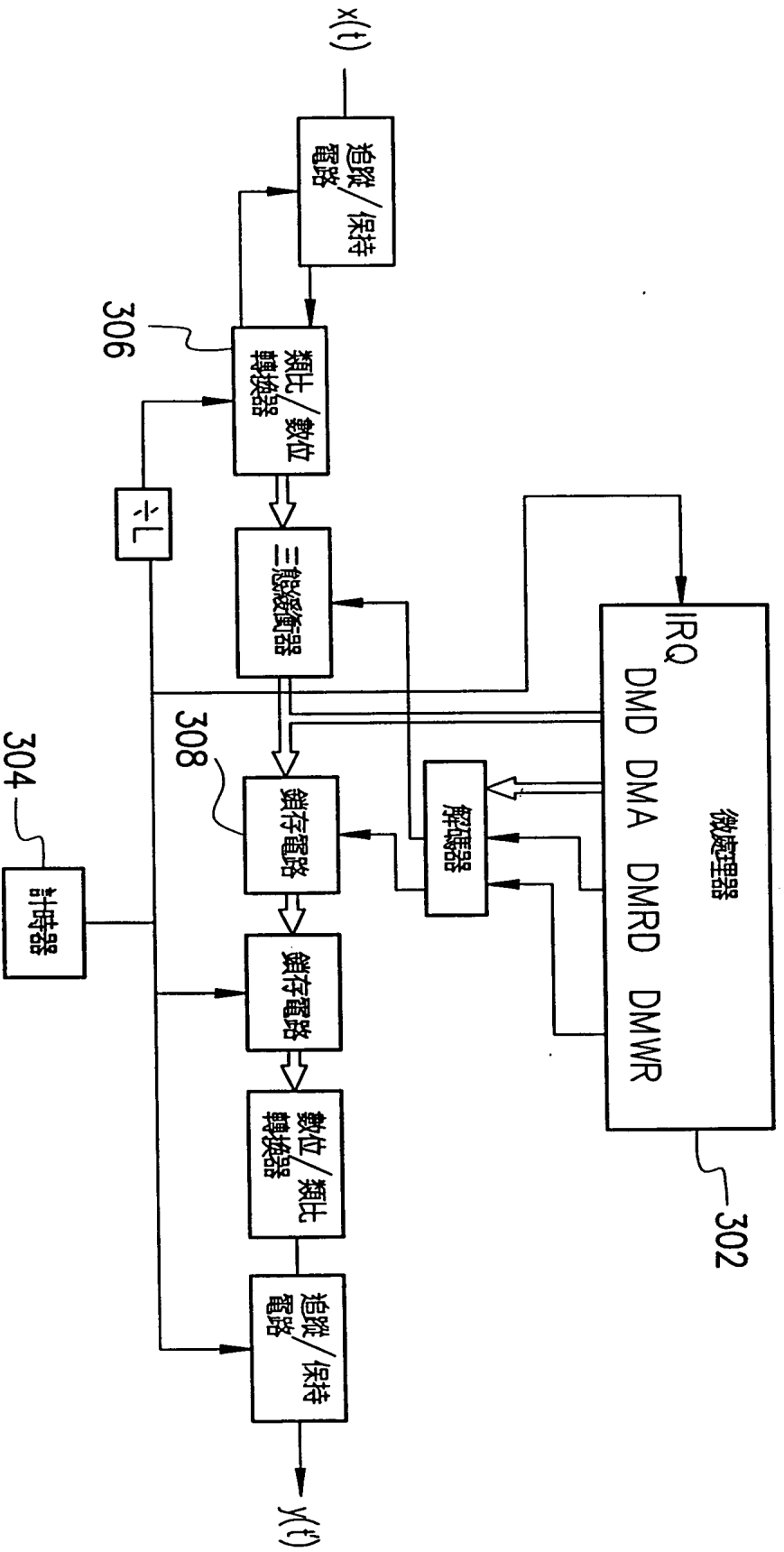
線



第 1 圖



第 2 圖



第3圖


```
{ INTERPOLATE.dsp
```

Real time Direct Form Filter, N taps, uses an efficient algorithm to interpolate by L for an increase of L times the input sample rate. A restriction on the number of taps that N/L be integer.

```
    INPUT: adc
```

```
    OUTPUT: dac
```

```
}
```

```
MODULE/RAM/ABS=0 interpolate;
```

```
.CONST          N=300;
```

```
.CONST          L=4;           { interpolate by factor of L }
```

```
.CONST          NoverL=75;
```

```
.VAR/PM/RAM/CIRC coef[N];
```

```
.VAR/PM/RAM/CIRC data[NoverL];
```

```
.VAR/PM/RAM/    counter;
```

```
.PORT           adc;
```

```
.PORT           adc;
```

```
.INIT           coef: <coef.dat>;
```

```
    RTI;          {interrupt 0 }
```

```
    RTI;          {interrupt 1 }
```

```
    RTI;          {interrupt 2 }
```

```
    JUMP sample;  {interrupt 3 at (L*input rate) }
```

```
initialize:      IMASK=b#0000; {disable all interrupts}
                  ICNTL=b#01111; {edge sensitive interrupts}
                  SI=1;          {set interpolate counter to 1}
                  DM(counter0=SI; {for first data sample}
                  I4=~coef;      {setup a circular buffer in PM}
                  L4=%coef;
```

(listing continues on next page)

第 4 圖

```

M4=L;                {modifier for coef is L}
M5=-1;               {modifier to shift coef back -1}
IO=^data;            {setup circular buffer in DM}
L0=%data;
M0=1
IMASK=B#1000;        {enable interrupt 3}
wait_interrupt: JUMP wait_interrupt;{infinte wait loop}
{_____Interpolate_____}
sample:  MODIFT(I4,M5);    {shifts coef pointer back by -1}
        AYO=DM(counter);
        AR=AYO-1;         {decrement and update counter}
        DM(counter)=AR;
        IF NE JUMP do_fir; {test ant input if L times}

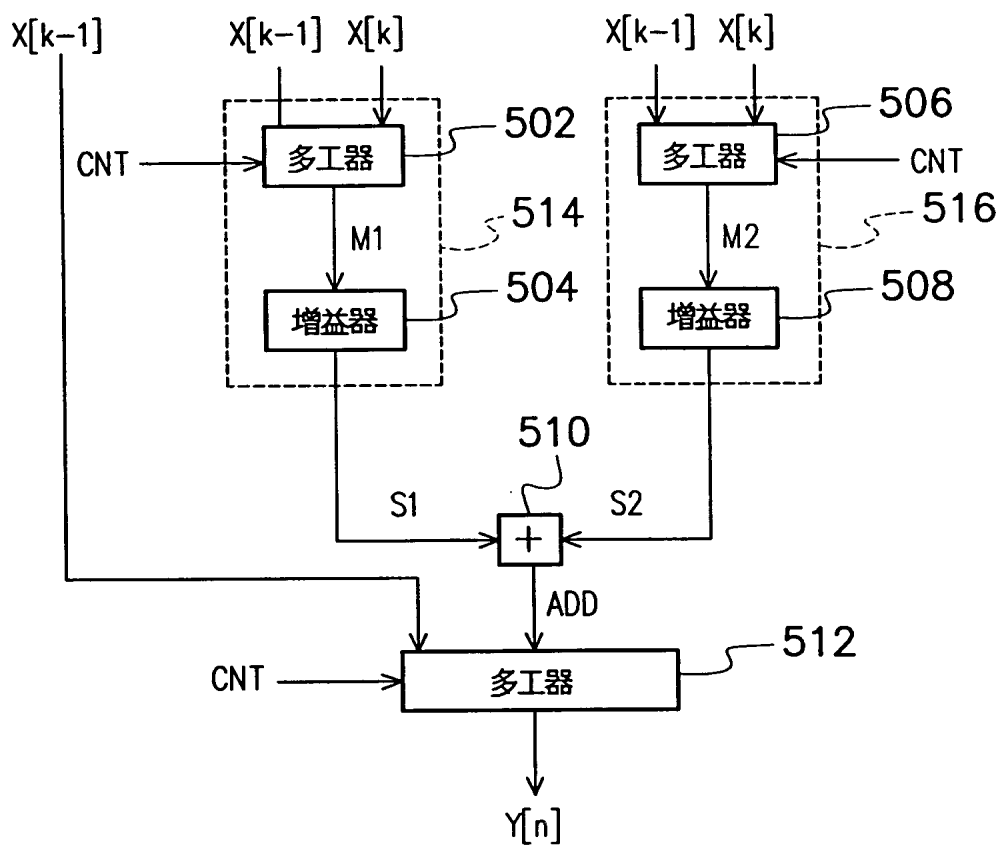
{____input data sample, code executed at the sample rate_____}
do_input:  AYO=DM(adc);    {input data sample}
          DM(IIO,M0)=AYO;  {update delay line wiht newest}
          MODIFY(I4,M4);   {shifts coef pointer up by L}
          DM(counter)=M4;  {reset counter to L}

{____filter pass, occurs at L times the input sample rate_____}
do_fir:   CNTR=NOVERL -1;  {N/L since round on last tap}
          MR=0, MX0=DM(IO,M0); MYO=PM(I4,M4);
          DO taploop UNTLL CE; {N/L-1 taps of FIR}
taploop:  MR=MR+MX0*MX0(SS), MX0=DM(IO,M0), MYO=PM(I4,M4);
          IF MV SAT MR;     {saturate result if overflowed}
          DM(dac)=MR1;      {output sample}
          RTI;

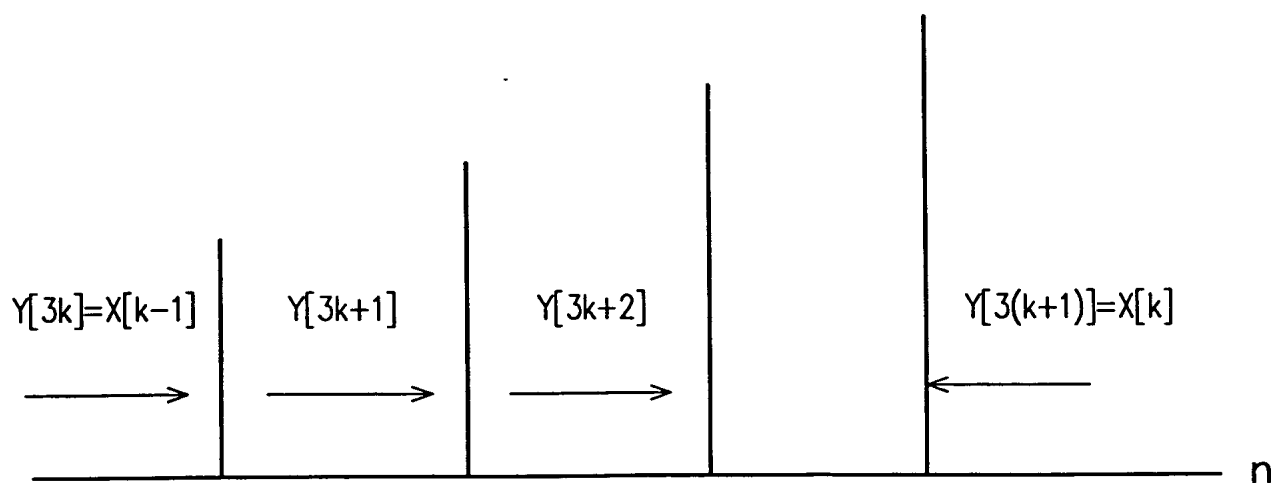
ENDMOD:

```

第 4 圖



第 5 圖



第 6 圖